

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-052186

(43)Date of publication of application : 25.02.1997

(51)Int.Cl.

B23K 26/00

B23K 26/08

B23K 37/02

(21)Application number : 07-203243

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 09.08.1995

(72)Inventor : KAMITO YOSHIMI

KONO TAKAYUKI

INOUE KOBO

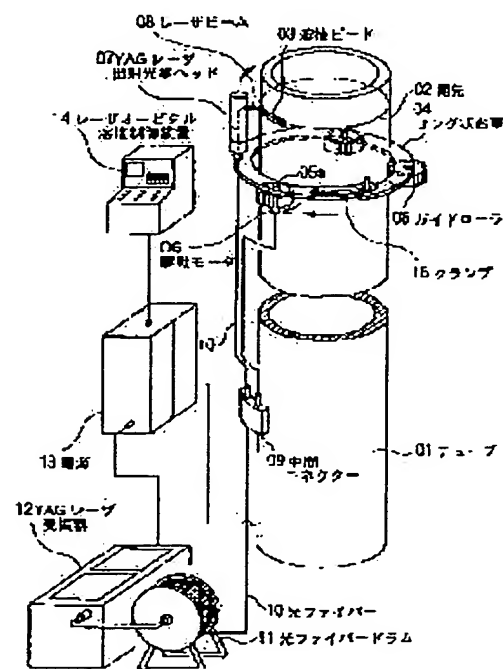
GODA HOZUMI

## (54) ORBITAL LASER BEAM WELDING EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an orbital welding equipment applicable for tube group having narrow tube clearance in an orbital laser beam welding equipment used for butt welding of fixed tubes of boiler tube each other.

**SOLUTION:** An annular carriage 04 of half split structure having a guide roller 05 is mounted around a tube 01 with a clamp 15 and is rotated around the tube 01 by rotating the guide roller 05 with a drive motor 06 under control of a controller 14. YAG laser beam emitting optical head 07 is mounted to the annular carriage 04 and rotated with the carriage 04, a groove 02 is irradiated with a laser beam 08 and the whole periphery of groove 02 of tube 1 is welded. YAG laser beam oscillator 12 is controlled with a welding control device 14 and emits laser beam, the laser beam 08 is guided to the emitting optical head 07 and the groove is irradiated with the laser beam 08. The orbital welding for tube group having narrow tube clearance is mechanized with this equipment.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平9-52186

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00 26/08	3 1 0		B 2 3 K 26/00 26/08	3 1 0 J B K
37/02	3 0 1		37/02	3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-203243

(22) 出願日 平成7年(1995)8月9日

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 上戸 好美

長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工  
株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 河野 隆之

長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工  
株式会社長崎研究所内

(72) 発明者 井上 弘法

長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工  
株式会社長崎研究所内

(74) 代理人 弁理士 坂間 暁 (外1名)

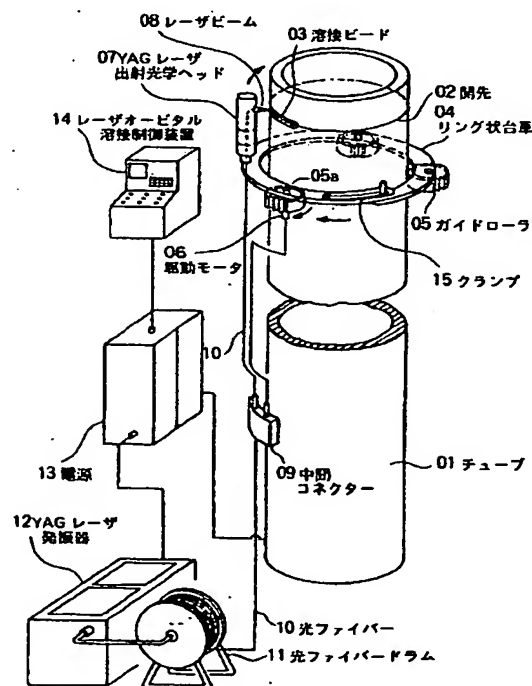
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザオービタル溶接装置

## (57) 【要約】

【課題】 ボイラチューブの固定管同志を突合せ溶接に用いられるレーザオービタル溶接装置に関し、管すき間が40mm以下の狭い管群に適用できるようなオービタル溶接装置とする。

【解決手段】 チューブ01の周囲にはガイドローラ05を有する半割り構造のリング状台車04がクランプ15で取付けられ、制御装置14の制御で駆動モータ06でガイドローラ05aを回転させることによりチューブ01の周囲に回転する。リング状台車04にはYAGレーザ出射光学ヘッド07が取付けられ、台車04と共に回転し、レーザビーム08を開先02に照射し、チューブ01の開先02全周を溶接する。YAGレーザ発振器12は溶接制御装置14で制御され、レーザ光を発し、光ファイバー10を介してレーザ光を出射光学ヘッド07に導き、レーザビーム08として開先に照射する。この装置で狭い管すき間の管群のオービタル溶接が機械化される。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光を発生させる YAG レーザ発振器と；半割れ形状で取外し可能に連結したリング状をなし、溶接すべき固定チューブ外表面に回転可能に接する複数のガイドローラを介して同固定チューブまわりに所定間隔を保ち取付けられ、回転するリング状台車と；同リング状台車に取付けられ、同リング状台車と共に前記固定チューブのまわりを回転しながら同チューブの開先中心にレーザビームのスポットを照射するレーザ出射光学ヘッドと；前記 YAG レーザ発振器からのレーザ光を前記レーザ出射光学ヘッドに導く光ファイバケーブルと；前記ガイドローラを回転して前記リング状台車を回転させる駆動モータと；溶接条件を設定し、同条件に従って前記駆動モータの回転及び前記 YAG レーザ発振器のレーザ光の発振を制御する溶接制御装置とを具備してなることを特徴とするレーザオービタル溶接装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はボイラチューブブロックのチューブ群の固定管どうしの突合せ溶接や船の艦装配管の突合せ溶接、等に用いられ、YAG レーザ（固体レーザ）によるレーザオービタル溶接装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のチューブ間隔が 40mm 以下の間隔の狭いボイラチューブ、等では、管の突合せ溶接では 2 パスふりわけでマニュアルによる手溶接（被覆アーク溶接）を行っていた。図 4 はこのようなボイラチューブの手溶接の要領を示す説明図であり、21 は固定管で、管 21a を溶接する場合に溶接電源及び制御装置 26 の制御により、ワイヤ送給装置 25 から溶接ワイヤ 27 を送り、TIG 溶接トーチ 24 で、管 21a を第 1 パスビード 22、第 2 パスビード 23 のように 2 パスふりわけで突合せ溶接を実施していた。

【0003】 図 5 は従来の管すき間が 40mm 以上の広幅ピッチの場合に用いる TIG アークオービタル溶接装置の構成図である。図において、管間隔が 40mm 以上の固定管チューブ 32 を溶接する場合、溶接ヘッド 33 と制御装置 35 及びリモートボックス 36 を電源ケーブル 31、32 で接続し、溶接電源 34、シールドガスボンベ 35 からの電源、シールドガスを制御し、管 32 の周囲を溶接している。このように管すき間が 40mm 以上の管群の溶接は TIG 溶接や MAG 溶接（ミグアーク溶接）の専用オービタル全姿勢自動溶接機を採用している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 前述のように管すき間が 40mm 以下の狭い間隔のチューブ群の溶接は図 4 に示すように主に手溶接で行っており、管すき間が 40mm 以上の広間隔のチューブ群は図 5 に示すように専用のオービタル溶接装置により行っている。このような従来の管のオービタル溶接には次のような課題がある。

2

【0005】 (1) 管すき間が 40mm 以下の狭ピッチの固定管の溶接に対応できる自動溶接機がこれまでなかった。

【0006】 (2) 従来のチューブ群の突合せ溶接においてはフィラーワイヤなど溶接材料の送給が必要で、溶接加工ヘッドの小型化に難点があった。

【0007】 (3) これまでの突合せ溶接の駆動源は、大型で重量物であり、チューブへの固定法が複雑で溶接機のセット工数が大であった。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明はこのような課題を解決するために、チューブの突合せ溶接に YAG レーザ（固体レーザ）によるレーザ光を用いてチューブのオービタル溶接ができる溶接装置を提供する。

【0009】 即ち、本発明は、レーザ光を発生させる YAG レーザ発振器と；半割れ形状で取外し可能に連結したリング状をなし、溶接すべき固定チューブ外表面に回転可能に接する複数のガイドローラを介して同固定チューブまわりに所定間隔を保ち取付けられ、回転するリング状台車と；同リング状台車に取付けられ、同リング状台車と共に前記固定チューブのまわりを回転しながら同チューブの開先中心にレーザビームのスポットを照射するレーザ出射光学ヘッドと；前記 YAG レーザ発振器からのレーザ光を前記レーザ出射光学ヘッドに導く光ファイバケーブルと；前記ガイドローラを回転して前記リング状台車を回転させる駆動モータと；溶接条件を設定し、同条件に従って前記駆動モータの回転及び前記 YAG レーザ発振器のレーザ光の発振を制御する溶接制御装置とを具備してなることを特徴とするレーザオービタル溶接装置を提供する。

【0010】 本発明はこのような構成により、突合せ溶接すべき固定チューブの周囲に半割り形状のリング状台車を回転可能に取付ける。リング状台車の構造は、例えば、半割り形状のリングをチューブ表面にガイドローラが接するようにして両端でクランプで固定し、リング状にしてチューブ周囲にガイドローラの回転により自走回転するように取付ける。このリング状台車にはレーザ出射光学ヘッドが取付けられているのでチューブに取付ける際にはレーザ出射光学ヘッドからのレーザビームが開先の中心にくるようにセットする。

【0011】 リング状台車が固定チューブにセットされると、溶接制御装置が設定された溶接条件に従って駆動モータを制御し、ガイドローラを回転し、これによりリング状台車を固定チューブ周囲に回転させると共に YAG レーザ発振器を作動させ、レーザ光を光ファイバケーブルでレーザ出射光学ヘッドに導く。レーザ出射光学ヘッドはリング状台車と共に回転しているのでレーザビームを溶接すべき固定チューブの開先に照射し、チューブ全周にわたって突合せ溶接がなされる。

【0012】 このようなレーザオービタル溶接装置にお

いては、YAGレーザによる溶接法をチューブオービタル溶接に採用するのでファイラワイヤなしで溶接ができるようになり、溶接条件パラメータの簡素化（出力と速度の制御のみでよい）を達成でき、又、小型、軽量化が格段に可能で、狭ピッチの固定管群のチューブオービタル溶接が可能となり、そのため操作、作業性が向上する。特にチューブへの取付工数が低減される。

【0013】更に、光ファイバケーブルを使用するので、複数のレーザ出射光学ヘッドを使用すれば、これらヘッドをタイムシェアリングで切替えることで長距離はなれた部位でのチューブを長距離光ファイバ伝送により同時溶接が可能となり、効率が格段に向上する。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて具体的に説明する。図1は本発明の実施の一形態に係るレーザオービタル溶接装置の斜視図である。図において、01はボイラチューブ、02は開先、03は溶接ビードである。04はリング状台車であり、半割り状態で2分割されており、クランプ15により両端で固定してリング状となる。05はリング状台車04に回転可能に取付けたガイドローラで図では3ヶ所に取付けてある。06は1個の特定のガイドローラ05の回転軸に連結した小型で高トルクの駆動モータで、このガイドローラ05aを回転させることによりリング状台車04をチューブ01の周囲に回転させる。07はYAGレーザ出射光学ヘッドでリング状台車04に固定され、台車04と共に回転してレーザビーム08を放射し、チューブ01の開先02のセンターラインに焦点を合せ、照射する。09は中間コネクタで駆動モータ06への配線及びYAGレーザ出射光学ヘッド07への光ファイバ用のものである。

【0015】10は光ファイバで、YAGレーザ発振器12より放射したレーザビームを光ファイバドラム11を介して中間コネクタ09に導き、前述のようにYAGレーザ出射光学ヘッド07へ供給するものである。13は電源装置でYAGレーザ発振器12とレーザオービタル溶接制御装置14に電力を供給する。この制御装置14は溶接条件の設定及びこの設定条件によりYAGレーザ発振器12及びYAGレーザ出射光学ヘッド07の回転制御を行いレーザビーム08の照射制御を行う。

【0016】このような構成のレーザオービタル溶接装置において、例えばチューブ径30mmφ、肉厚5mm、管すき間10mmの過熱器管ブロックを溶接する場合には、まず、下層管群の端より1本ずつ順に図1に示す出射光学ヘッド07を含むリング状台車04を半割り状態でチューブ01の周囲にとりつけ、レーザビーム08の照射スポットの位置が開先02のセンターとなるように位置決めし、クランプ15を締めてチューブ01にセットする。

【0017】次に、レーザオービタル溶接制御装置14及びYAGレーザ発振器12に電源13より電源を供給して作動状態とし、レーザオービタル溶接制御装置14に図2に示す溶接条件をセットし、YAGレーザ発振器12よりレーザビームを放射させ、光ファイバ10を通してYAGレーザ出射光学ヘッド07にレーザビームを導くと共に駆動モータ06を駆動する。

【0018】駆動モータ06が駆動すると、ガイドローラ05aが回転し、リング状台車04は、ガイドローラ05がチューブ01周囲を移動することにより、チューブ01周囲に自走回転すると共にYAGレーザ出射光学ヘッド07からレーザビーム08が放射し、開先02のセンターにビームスポットとして照射し、後述する図3に示す要領により溶接ビード03がチューブ01の開先02全周に形成され、突合せ溶接がなされる。

【0019】その後、このレーザ出射光学ヘッド07及びリング状台車04をクランプ15をゆるめてとりはずし、順次、上層チューブ群まで溶接していき、過熱器ブロックを仕上げる。

【0020】図2は前述の溶接条件の一例を示す図で、(1)は出力で、平均2kw、ピーク出力5kwで正弦波状のパルスを出力する。(2)は溶接速度で、ゾーン①～③は0.1～0.2m/分、ゾーン④は0.15～0.25m/分としている。(3)は焦点位置をチューブの外表面とし、(4)はビームスポット径が0.5～1.0mmφとし、(5)はクレータ処理時間が30secであることをそれぞれ示している。

【0021】図3は溶接要領を示す説明図で、管群横向き配置の場合の例である。図において、時計まわりの1時の位置を溶接スタート位置43としてスタートし、レーザ出射光学ヘッド41からレーザビーム42を放射し、図2に示す条件で固定チューブ40の外表面にビームスポット径を結ぶようにし、レーザ出射光学ヘッド41は3時の位置で立向下進、6時の位置で上向き、9時の位置で立向上進、12時の位置で下向きとなり、固定チューブ40の全周にわたって溶接を行うものである。

【0022】図3において①～③のゾーンは前述の図2の(2)で説明のように溶接速度 $v=0.1\sim0.2$ m/分、ゾーン④は $v=0.15\sim0.25$ m/分であり、44で示す範囲はクレータ処理範囲を示している。

【0023】以上、説明の実施の形態においては、要するに、YAGレーザ（固体レーザ）溶接法を採用し、YAGレーザ発振器12によりレーザビーム08を光ファイバ10でYAGレーザ出射光学ヘッド07に導き、これをチューブ01の周囲に回転させ、ファイラワイヤなしでオービタル溶接ができる構成とする。

【0024】YAGレーザ出射光学ヘッド07は半割りのリング状台車04に固定し、この台車04を簡単にチューブ01の周囲に固定できるようにして3個のガイドローラ05でチューブ01の周囲を自走し、開先02に

レーザビーム08を照射し、オービタル溶接をする構成とする。

【0025】このような構成の実施の形態により次のような効果が得られるものである。即ち、(1) YAGレーザ溶接法をチューブオービタル溶接に採用することで溶接条件パラメータの簡素化(出力と速度の制御のみでよい)を達成できる。

【0026】(2) 溶接加工ヘッドが従来の数kgより500g以下のYAGレーザ出射光学ヘッド07として小型、軽量化が格段に可能で、狭いピッチの固定管群のチューブオービタル溶接が可能となる。これにより、駆動系の簡略化、小型化が達成できるようになった。

【0027】(3) 操作が容易となり、作業性が良く、特にチューブ01への取付工数の低減がなされ、従来、手作業を主体で実施していた管すき間40mm以下の狭い管群のオービタル溶接の機械化がなされた。

【0028】(4) 複数のレーザ出射光学ヘッド07を用いれば、これらヘッド07をタイムシェアリングで切替えることで長距離はなれた部位での長距離光ファイバ伝送の同時溶接が可能で、効率が格段に向上する。

【0029】

【発明の効果】以上、具体的に説明のように、本発明は、YAGレーザ発振器、レーザ出射光学ヘッドを取付け、ガイドローラを介して固定チューブの周囲を回転するリング状台車、レーザ光をレーザ出射光学ヘッドに導く光ファイバケーブル、ガイドローラを回転させ、リング状台車を固定チューブの周囲に回転させる駆動モータ及び溶接条件に従ってYAGレーザ発振器及び駆動モータを制御する溶接制御装置を備えたことを特徴とするので、次のような効果を奏する。

【0030】(1) 狭ピッチ管群のオービタル溶接が可能となり、これまで自動溶接ができなかった工作工数低減が大幅に可能となった。

【0031】(2) フィラーワイヤ不要であり、材料費の節約、装置の簡素化が可能でコンパクトな溶接機の製

作が実現が可能となった。

【0032】(3) 狭ピッチの高効率固定管群自動オービタル溶接が可能となり、ボイラ等製品のコンパクト化、材料コスト低減、製品コスト低減が大幅に可能となった。

【0033】(4) 溶接速度は従来の自動TIG溶接で、 $v=0.1$  m/分以下であったが、これの2倍以上が可能となり、溶接速度の向上となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に係るレーザオービタル溶接装置の斜視図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係るレーザオービタル溶接装置の溶接条件の説明図である。

【図3】本発明の実施の一形態に係るレーザオービタル溶接装置の溶接要領の説明図である。

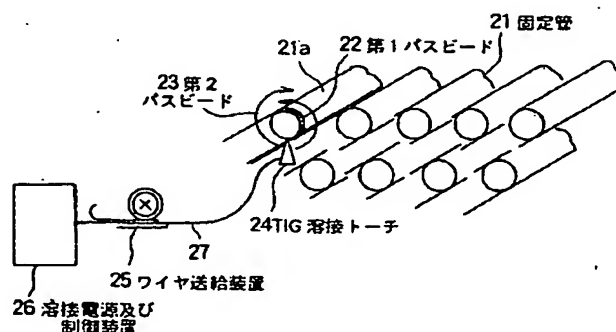
【図4】従来の狭ピッチ管群ボイラチューブのオービタル手溶接要領を示す説明図である。

【図5】従来の広幅ピッチの管群のTIGアーク自動オービタル溶接機の構成図である。

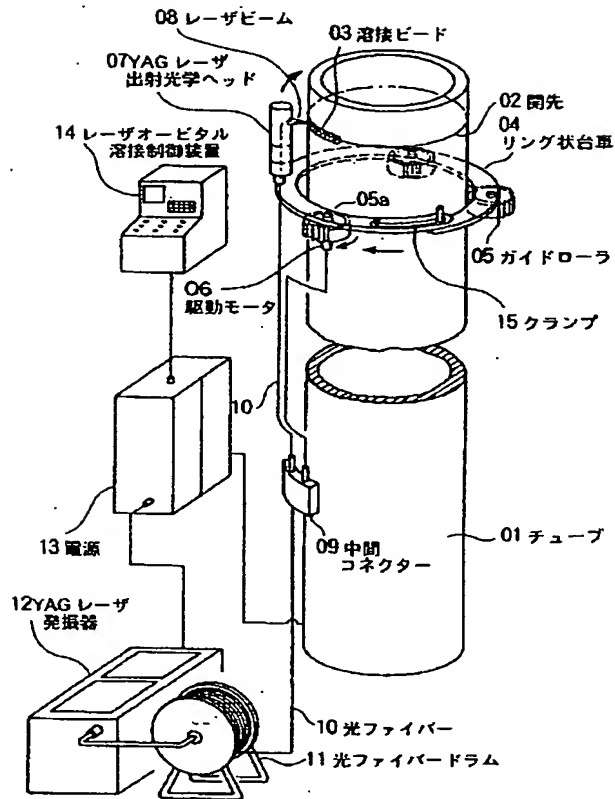
【符号の説明】

- 01 チューブ
- 02 開先
- 03 溶接ビード
- 04 リング状台車
- 05 ガイドローラ
- 06 駆動モータ
- 07 YAGレーザ出射光学ヘッド
- 08 レーザビーム
- 09 中間コネクタ
- 10 光ファイバ
- 11 光ファイバードラム
- 12 YAGレーザ発振器
- 13 電源
- 14 レーザオービタル溶接制御装置

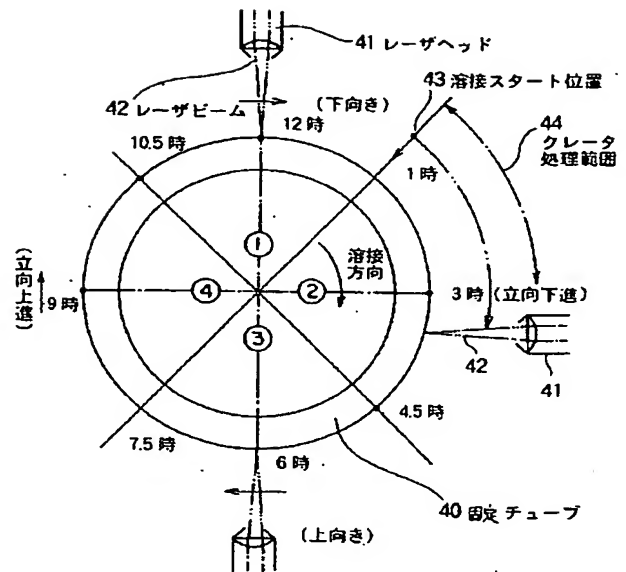
【図4】



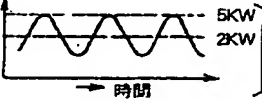
【図1】



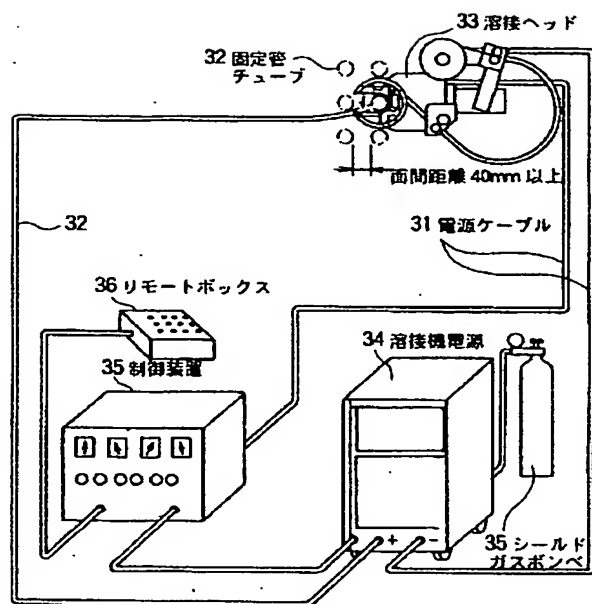
【図3】



【図2】

項目	溶接条件
(1) 出力	平均出力: 2KW ピーク出力: 5KW パルス条件: 正弦波 
(2) 溶接速度	①-③: $V = 0.1 \sim 0.2 \text{ m/分}$ ④: $V = 0.15 \sim 0.25 \text{ m/分}$
(3) 焦点位置	チューブ外表面
(4) ビームスポット径	$0.5 \sim 1.0 \text{ mm } \phi$
(5) クレータ処理時間	30sec

【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 郷田 穂積

長崎市深堀町 5 丁目 717 番 1 号 三菱重工  
業株式会社長崎研究所内